

ナノミストサウナ使用による生体変化

渡辺 賢一・小林 義保・ワワイムリ アロザ
 フロリ ラトナ サリ・ラクスマナン アラン プラサス
 ラジャララン アミルサリンガム サンダバラヤン
 馬 梅蕾・ナラシマン グルサミ
 プニヤコッチ ベラベツ・ビジャヤクマル スクマラン
 結城 智史・嶋崎 裕子・川面 香奈・水戸沙耶佳
 新潟薬科大学薬学部臨床薬理学

小西 徹也

新潟薬科大学応用生命学部食品機能科学

本間 隆

株式会社コロナ技術本部電装開発センター

後藤 博

新潟バイオリサーチパーク株式会社事業推進部

藤巻 宏夫

社団法人新潟県労働衛生医学協会

Anti-aging and Health Promoting Effects of Nanomist Sauna

Kenichi WATANABE, Yoshiyasu KOBAYASHI, Wawaimuli AROZAL
 Flori RATNA - SARI, Arun Prasath LAKSHMANAN
 Rajarajan A THANDAVARAYAN, Meilei MA
 Gurusamy NARASIMMAN, Punniyakoti T. VEERAVEEDU
 Vijayakumar SUKUMARAN, Satoshi YUHKI, Hiroko SHIMAZAKI
 Kana KAWAZURA and Sayaka MITO

*Department of Clinical Pharmacology,
 Niigata University of Pharmacy and Applied Life Sciences*

Tetsuya KONISHI

*Department of Food Science,
 Niigata University of Pharmacy and Applied Life Sciences*

Reprint requests to: Kenichi WATANABE
 Department of Clinical Pharmacology
 Niigata University of Pharmacy and
 Applied Life Sciences
 265 - 1 Higashijima Akiha - ku,
 Niigata 956 - 8603 Japan

別刷請求先：〒956 - 8603 新潟市秋葉区東島 265 - 1
 新潟薬科大学薬学部臨床薬理学 渡辺 賢一

Takashi HONMA

Electric Accessories Designing Center, Engineering Division, Corona Corporation

Hiroshi GOTOH

Promotion Division, Niigata Bio - Research Park Inc.

Hiroo FUJIMAKI

Niigata Association of Occupational Health Inc.

要 旨

【目的】入浴法には浴槽入浴・ドライサウナ・ミストサウナなどがあり、疲労回復・免疫増強・抗酸化・抗老化作用などの健康増進作用が期待される。中でも、マイナスイオンを帯びたナノミスト低温サウナは、他入浴法より有用性が期待される。ナノミストサウナの安全性と有用性をボランティア健康者にて検討した。

【方法】健康者16名で、ナノミストサウナ20分/毎日10日間連続入浴前後のVisual Analogue Scale (VAS)・血圧・Double Product (DP=収縮期血圧×脈拍数)・血液生化学・尿中8-Hydroxy-2-Deoxyguanosine (8-OHdG)・Ferric Reducing Ability of Plasma/Antioxidant Power (FRAP)などを検討した。

【結果】本試験中に、有害事象・中止・脱落は見られなかった。入浴前に比し入浴後、心拍数・DP(1日目は9543から11095へ10日目は9147から9885 mmHg・bpmへ8～16%増加, 両 $P < 0.05$)赤血球・ヘマトクリット・ヘモグロビン(約1%増加)血清FRAP(1日目から10日目入浴前FRAP Troloxは 3.83 ± 0.86 から 4.65 ± 0.46 へ, FRAPアスコルビン酸は 4.04 ± 0.91 から $5.34 \pm 0.52 \mu\text{mol/L}$ へ増加, 両NS)が軽度増加した。一方, VAS・体重(体重の約0.5% = 300g減少)尿中8-OHdGcre(1日目入浴前 9.24 ± 0.69 から10日目入浴前 $8.34 \pm 0.50 \text{ ng/mg} \cdot \text{cre}$ へ減少, $p < 0.05$)は低下した。

【総括】これから、ナノミストサウナ入浴法は快適に軽度の心臓血管系負荷を安全にかけることができ、更に酸化ストレスの軽減や抗加齢老化作用なども期待でき健康増進に有用と考えられた。

キーワード：ナノミストサウナ, サウナ入浴, マイナスイオン, 抗酸化作用, 抗老化作用, 温浴療法, 8-ヒドロキシ-2-デオキシグアノシン (8-OHdG)

Abstract

We examined anti-aging and health promoting effects of nanomist sauna (mist sauna with negatively charged nano-size water polo). Sixteen subjects (35～56 years, mean age 46 ± 1 years, 2 women and 14 men) volunteered for this investigation with provided informed consent. Before and after the 20 min/day sauna bathing for 10 days continuously, the physiological, biochemical and psychological measurements were performed: body weight, blood pressure, heart rate, double product (DP; systolic blood pressure x heart rate), blood and serum tests, urine 8-hydroxy-2-deoxyguanosine (8-OHdG), ferric reducing ability of plasma/antioxidant potential (FRAP) and questionnaires with visual analogue scale (VAS). There was no dropped out subject nor accident during this study. VAS, body weight and 8-OHdG (from 9.24 ± 0.69 to $8.34 \pm 0.50 \text{ ng/mg} \cdot \text{cre}$, $p < 0.05$) were decreased, and heart rate, DP (from 9543 to 11095 at first day and from 9147 to 9885 mmHg・bpm at 10th day, both $p < 0.05$), red blood cell, hemoglobin

(about 1 %, $p < 0.05$) and FRAP (FRAP-trolox was from 3.83 ± 0.86 to 4.65 ± 0.46 and FRAP-ascorbic acid was from 4.04 ± 0.91 to $5.34 \pm 0.52 \mu\text{mol/L}$, both not significant) were increased just after single or continuous 10 days sauna bathing. These data suggest that balneotherapy with nanomist sauna is very comfortable and useful for anti-aging and health promotion.

Key words: nanomist sauna, sauna bathing, negative ion, antioxidant, balneotherapy, anti-aging, 8-hydroxy-2-deoxyguanosine (8-OHdG)

背 景

浴槽・サウナを用いた入浴は、血液循環改善・代謝亢進・発汗作用による老廃物清浄分泌促進などが知られている^{1)~7)}。日本では浴槽入浴が一般的である。サウナは北欧で普及していたが日本でも健康ランド・銭湯で使用され、今日では家庭用サウナも普及している。ボックス型サウナルームを浴室に併設し、70～100℃の熱気浴を行うドライサウナが一般的である。一方、蒸気（ミスト）を用いて室内を低温（約40℃）で高湿度にしたサウナ「ミストサウナ」が体への負担が比較的少なく発汗できることから、近年の健康志向への高まりと相まって注目を集めている^{8)~10)}。このミストサウナは血圧上昇などの温熱負荷がドライサウナよりも少なく、末梢循環改善や発汗促進などの有用性が高いことが報告されている。株式会社コロナでは数年前から、独自に開発した水破碎技術によりマイナス帯電したナノサイズの微小水滴を生成する「ナノミストサウナ」を開発し販売している。この「ナノミストサウナ」は40℃、相対湿度90%以上で、水濡れ感はほとんどないのが特徴である。また、搭載されているナノミスト発生機からは、ナノサイズの微小水粒が放出されている。マイナスイオンを帯びたナノミスト低温サウナは通常のサウナや入浴よりも体に負荷を与えずに疲労回復効果や免疫増強効果などが期待され、生活習慣病に関わる生化学指標の改善効果なども期待される¹¹⁾¹²⁾。

本試験では、ナノミストサウナの1日1回入浴前後及び10日間の連日入浴が及ぼす生理変化を観察・検証し、国民の健康増進に寄与できる可能性を実証することを目的とした。

対象と方法

1. 被験者

本試験に事前に文書で同意を得られた者で、下記の被験者の選定基準を満たし、かつ除外基準に抵触しない者を対象とした。本試験希望者に対し、説明文書を用いて試験の意義・目的・方法・予想される健康被害等につき説明を行い十分な理解を得た上で、書面による同意を得られた個人を対象とした。年齢20～60歳の健常男女で試験開始前1ヶ月以内の健康診断検査値で試験責任医師が被験者として適切だと判断した者を候補者とした。

除外基準は、①重篤な肝障害・腎障害・心血管系障害等で本試験に不適当と考えられる者、②試験開始前4ヶ月以内に他の臨床試験に参加し治験薬又は試験食を投与された者、③その他試験責任医師が被験者として不適格と判断した者、である。

2. 試験製品

株式会社コロナより提供された「ナノミストサウナ（ナノリッチ）」を本試験に使用した。

使用温度：40℃（水温過昇防止装置：作動温度60℃）

相対湿度：90%以上

循環風量：約2.0m³/分

作動タイプ：マイナスイオンを放出しながらナノミストを発生

3. 試験方法・評価項目と方法

本試験開始1ヶ月以内の健康診断データや医師の問診によって判断された被験者22名の希望者に対し、試験責任医師によって選定された16名で本試験を開始した。女性2名・男性14名で、35

表1 検査・観察項目

項 目	内 容
疲労感評価	Visual Analogue Scale (VAS) 検査
自覚症状・他覚症状	問診
理学的検査	身長(初回のみ)、体重、体脂肪率、血圧、脈拍数
血液学的検査	赤血球数、白血球数、ヘモグロビン、ヘマトクリット、血小板数、白血球分画(好中球、好塩基球、好酸球、リンパ球、単球)
生化学的検査	総コレステロール、中性脂肪、LDL-C、HDL-C AST(GOT)、ALT(GPT)、 γ -GTP、ALP、LDH、アミラーゼ、CPK、総タンパク、アルブミン、総ビリルビン、尿素窒素、クレアチニン、ナトリウム、カリウム、クロール、カルシウム、血清鉄、尿酸、随時血糖、乳酸
尿検査	PH、蛋白、糖、ウロビリノーゲン
血中抗酸化機能検査	Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP。アスコルビン酸とTrolox)
尿中酸化ストレス検査	尿中8-ヒドロキシ-2-デオキシグアノシン(8-OHdG)
体調記録表の記入(試験製品使用時毎日記入する)	ナノミストサウナの使用時間や使用後の体調の変化等の記録

歳～56歳平均46.8歳である。被験者は、ランダム化された8名ずつの2グループに分けナノミストサウナを毎日20分10日間連日使用し、ナノミストサウナの単回入浴効果・生理変化及び10日間連日入浴による効果・生理変化を検討した。心理反応は、主観申告のVisual Analogue Scale (VAS) 検査による快適感・ストレス感・体のすっきり感評価を行った。このVAS検査は、日本疲労学会が推奨する疲労感の評価方法で100mmの線上に左右両端に示した感覚を参考に絶対的な感覚を評価する検査である。被験者は1日目入浴前後及び連日使用10日目入浴前後にVAS検査・採血検査・観察を実施した(表-1・2)。

血圧・脈拍数は、入浴直前・直後に座位で測定した。更にDouble Product (DP=収縮期血圧×脈拍数 mmHg・bpm)を対比検討した。

尿中酸化ストレス検査として、尿中8-Hydroxy-2-Deoxyguanosine (8-OHdG)を測定した。尿中8-OHdG濃度をクレアチニンで補

正した8-OHdGcreを比較検討した。

血中抗酸化力測定のために、Ferric Reducing Ability of Plasma/Antioxidant Potential (FRAP) 鉄還元能を測定した。マイナス20℃遮光保存の検体を、抗酸化物質存在下でFerric-tripyridyl-triazine (Fe III-TPTZ) が還元され生成されたFerrous-tripyridyltriazine (Fe II-TPTZ) の600nmでの吸光度を測定し、濃度既知のアスコルビン酸とTroloxに対する相対値として算出しブランク補正を行った¹³⁾。

4. 被験者の管理

被験者には、試験説明時に実施方法及び下記の注意事項等について説明し、試験終了時まで指示された事項を遵守していただいた。尚、人権保護に関しては、試験関係者が十分に配慮した。

①入浴。被験者は、脱水を避けるために入浴検査後に飲水することとした。また、入浴時間は20分間とするが、体調不良があった場合は直ちに中

表2 検査時期

	1 日目		10 日目	
	入浴前	入浴後	入浴前	入浴後
VAS 検査	○	○	○	○
問診		○		○
理学的検査	○	○	○	○
血液学的検査	○	○	○	○
生化学的検査	○	○	○	○
尿検査	○		○	
抗酸化機能検査	○	○	○	○
酸化ストレス検査	○		○	

止し体調記録表に記録していただいた。

②食生活。試験期間中は特に食事の制限を行わず、普段と同じ（時間・量）食生活を維持するよう指導した。

③医薬品・栄養補助食品・健康食品等の使用。医薬品・栄養補助食品・健康食品等を使用した場合には、名称、使用日時、使用量を体調記録表に記録していただいた。

5. 有害事象とその他注意点

現在のところ予想される有害事象の報告はない。試験責任医師は、身体的兆候及び臨床検査値・症状・血圧・脈拍数等に、試験期間中に被験者にとって臨床的に意味のある「新たな異常の発現」あるいは「悪化」が認められた場合を有害事象とし、直ちに必要かつ適切な処置を取るとともに有害事象の評価を行うこととした。有害事象と考えられる症状が発現した場合には、試験責任医師の判断により当該被験者の試験継続中止を決定し、「症例報告書」に記載するとともに試験製品との因果関係を判定することとした。

6. 試験の脱落・中止、及び被験者への補償

被験者は自由意志により、何ら不利益を被ることなく本試験への参加を辞退することができる。被験者自身の都合で試験参加の同意を撤回した場合を脱落と定義した。以下に該当する被験者につ

いては、ただちに試験を中止することとした。①重篤な健康障害が発現し、試験担当医師が当該被験者の試験を中止すべきと判断した場合。②自覚症状または他覚症状などにより、試験担当医師が試験の継続を困難と判断した場合。③その他、試験担当医師が試験継続を困難と判断した場合。本試験に起因して、被験者に何らかの健康被害が発現した場合には、①試験実施医療機関は治療その他必要な措置を講ずる。②かかる健康被害に対する補償（医療費、医療手当て、補償金）の必要が生じた時には、試験依頼者がこれを負担する。また、試験実施医療機関に賠償責任が生じた場合には、試験実施医療機関の故意または重大な過失による場合を除き、試験依頼者がその一切の責任を負う。③なお、試験依頼者は、上記補償及び賠償のために、保険その他必要な措置を講ずる。

7. 倫理

本試験はヘルシンキ宣言に基づく倫理的原則を遵守して実施した。本試験は、NBRP・食品ヒト臨床試験倫理審査委員会に以下の資料を提出し、その承認を文書で確認した後、試験を実施した。①試験実施計画書。②ナノミストサウナについての製品概要書。③症例報告書。④賠償責任の所在を明確にした書類。⑤その他、倫理審査委員会が必要と求める書類。

8. 統計解析

各試験群のデータについては平均値±標準誤差を表記した。サウナ使用前後や群間比較はt検定やANOVA検定等を用い、 $P < 0.05$ 以下を有意とした。

結 果

1. 有害事象・中止・脱落

本試験中に、有害事象・中止・脱落は見られなかった。

2. VAS 検査による快適感（表-3）

1日目の入浴前後では約10%の快適感上昇傾

表3 ナノミスト入浴前後の変動

(* p<0.05 ** p<0.01 ***p<0.001)									
	基準値	単位	1日目		1日目 前後の比較	10日目		10日目 前後の比較	1日目と10日目 入浴前の比較
			前	後		前	後		
体重		kg	64.56±2.17	64.29±2.15	***	64.39±2.18	64.11±2.16	***	NS
体脂肪		%	20.52±1.24	19.20±1.23	***	21.23±1.29	19.86±1.23	***	NS
尿中pH	5~8		5.88±0.15			5.88±0.20			NS
収縮期血圧	129以下	mmHg	127.1±3.4	126.56±3.448	NS	124.9±2.9	120.9±2.6	NS	NS
拡張期血圧	84以下	mmHg	81.7±2.7	78.4±2.1	NS	82.9±2.7	77.6±1.8	*	NS
脈拍	50~100	bpm	74.9±3.3	85.6±4.2	***	73.19±3.4	80.6±3.1	**	NS
DP		mmHg・bpm	9543±495	11095±655	**	9147±494	9885±468	*	NS
VAS		mm	44.1±4.7	40.6±5.3	NS	37.5±3.2	37.3±4.1	NS	*
赤血球	男性:400~500 女性:380~470	×10 ⁴ /μℓ	469.6±9.8	474.6±10.2	*	465.1±11.1	470.9±11.1	**	NS
ヘマトクリット	男性:39.0~52.0 女性:36.0~46.0	%	42.58±0.74	42.83±0.78	NS	42.11±0.86	42.59±0.87	**	NS
ヘモグロビン	男性:13.1~16.6 女性:12.1~14.6	g/dℓ	14.21±0.31	14.38±0.32	*	14.14±0.35	14.30±0.36	**	NS
白血球数	3000~8900	/μℓ	5981.3±422.6	6206.3±465.0	*	5693.8±386.2	6043.8±419.9	**	NS
Neut	42.6~72.9	%	57.44±2.15	58.48±1.94	NS	59.86±1.37	59.49±1.40	NS	NS
Lympho	20.8~50.8	%	33.82±1.68	32.78±1.51	NS	31.58±1.30	32.00±1.25	NS	NS
Mono	1.2~7.7	%	5.27±0.28	5.06±0.27	NS	5.43±0.21	5.39±0.25	NS	NS
Eosino	0.0~7.4	%	2.89±0.92	2.99±1.04	NS	2.59±0.63	2.54±0.63	NS	NS
Baso	0.0~1.9	%	0.58±0.08	0.60±0.10	NS	0.83±0.29	0.59±0.07	NS	NS
血小板	15.0~35.0	×10 ⁴ /μℓ	25.46±1.30	26.56±1.33	*	25.61±1.57	26.59±1.65	*	NS
Fe	男性:60~170 女性:50~160	μg/dℓ	91.69±8.54	93.06±8.35	NS	83.25±8.30	83.44±8.66	NS	NS
随時血糖	55~139	mg/dℓ	94.2±2.4	94.813±2.2	NS	90.125±3.4	94.125±2.2	NS	NS
尿酸	6.9以下	mg/dℓ	5.56±0.24	5.63±0.24	**	5.58±0.19	5.63±0.2	NS	NS
総蛋白	6.5~8.2	g/dℓ	7.29±0.10	7.46±0.10	**	7.23±0.08	7.35±0.09	*	NS
アルブミン	3.8~4.8	g/dℓ	4.45±0.06	4.57±0.06	*	4.38±0.06	4.50±0.06	**	NS
総ビリルビン	0~1.3	mg/dℓ	0.78±0.06	0.80±0.06	NS	0.74±0.06	0.76±0.07	NS	NS
AST	30以下	IU/ℓ	22.0±1.7	22.6±1.8	NS	20.8±1.6	21.2±1.7	NS	NS
ALT	30以下	IU/ℓ	22.2±2.3	22.7±2.4	*	20.5±2.2	20.6±2.3	NS	NS
γ-GTP	50以下	IU/ℓ	40.6±5.3	41.6±5.4	*	41.1±5.9	41.1±6.0	NS	NS
LDH	80~254	IU/ℓ	174.3±4.8	177.6±5.4	NS	161.8±3.9	165.9±4.8	NS	*
血清アミラーゼ	30~140	IU/ℓ	67.8±3.6	67.8±3.5	NS	68.3±3.6	68.5±3.3	NS	NS
ALP	100~340	IU/ℓ	214.2±12.4	216.0±12.1	NS	217.3±14.3	217.6±13.3	NS	NS
乳酸	4~16	mg/dℓ	9.4±1.0	8.9±0.8	NS	8.7±0.8	8.6±0.5	NS	NS
T-CHO	150~219	mg/dℓ	200.4±7.7	205.6±8.4	**	192.1±6.6	196.7±7.1	***	*
HDL-C	40以上	mg/dℓ	57.4±2.9	58.8±2.9	**	54.3±2.5	55.3±2.6	**	NS
LDL-C	119以下	mg/dℓ	123.9±7.8	127.1±8.1	**	118.4±6.9	122.3±7.1	**	*
TG	35~175	mg/dℓ	155.7±29.0	142.8±29.1	NS	151.2±29.0	149.4±28.0	NS	NS
BUN	7~22	mg/dℓ	12.7±0.8	12.8±0.8	NS	12.7±0.6	12.9±0.6	NS	NS
CRE	男性:1.0以下 女性:0.7以下	mg/dℓ	0.76±0.04	0.78±0.04	NS	0.81±0.03	0.79±0.03	NS	NS
Na	135~155	mEq/ℓ	139.8±0.5	139.8±0.5	NS	140.1±0.5	140.6±0.4	*	NS
K	3.5~5.5	mEq/ℓ	4.21±0.08	4.19±0.07	NS	4.16±0.06	4.22±0.05	NS	NS
Cl	98~107	mEq/ℓ	103.9±0.4	104.2±0.4	NS	103.4±0.6	104.0±0.5	**	NS
Ca	8.4~10.2	mg/dℓ	9.14±0.08	9.28±0.08	**	9.06±0.06	9.19±0.05	***	NS
CPK	50~230	IU/ℓ	156.5±70.0	162.3±69.7	**	90.8±7.7	93.7±7.9	**	NS
FRAP ^{酵素法}		μmol/ℓ	3.828±0.855	2.555±0.384	*	4.646±0.461	4.043±0.559	NS	NS
FRAP ^{アスコルビン酸法}		μmol/ℓ	4.043±0.909	2.691±0.411	*	5.343±0.522	4.626±0.619	NS	NS
尿中8OHdG(CRE補正値)	0~16.4	ng/mg・cr	9.24±0.69			8.34±0.50			*
尿中8OHdG(生成速度)	4.8~23.6	ng/kg/hr	8.99±0.86			8.69±1.05			NS
尿中8OHdG(濃度)	1~26.5	ng/ml	938±1.52			7.26±1.17			NS

(* p<0.05 ** p<0.01 ***p<0.001)

向が見られ（前 44.1 から後 40.6 mm, 有意差無）、10 日間連続入浴後には有意な快適感上昇が見られた（1 日目 44.1 から 10 日目 37.5 mm, $P < 0.05$ ）。

3. 体重・体脂肪率の変化

1 日目及び 10 日目入浴前後で約 300g の体重減少（体重の約 0.5 %）と約 19 % の体脂肪率減少が見られた。一方、1 日目と 10 日目の比較では差が見られなかった。

4. 赤血球, ヘマトクリット, ヘモグロビン

1 日目及び 10 日目入浴前後で約 1 % の赤血球・ヘマトクリット・ヘモグロビン増加と約 4 ~ 6 % の白血球増加が見られた。一方、1 日目と 10 日目の比較では差が見られなかった。

5. 尿・血液生化学の変化

表-3 のごとく、入浴前後や 10 日後に変動が見られる検査値もあったがいずれも正常基準値範囲内の変動であった。

6. 血圧・心拍数・DP

サウナ入浴後の血圧は前に比較し低下傾向が見られた。一方心拍数は入浴後に上昇した（1 日目は 74.9 から 85.6/分, 10 日目は 73.2 から 80.6/分, 10 ~ 14 % 増加し両 $P < 0.01$ ）。DP も入浴後に上昇した（1 日目は 9543 から 11095, 10 日目は 9147 から 9885 mmHg · bpm, 8 ~ 16 % 増加し両 $P < 0.05$ ）。ただし、10 日目入浴前の血圧・心拍数・DP は 1 日目入浴前と不変であった。

7. FRAP

入浴前に比べ入浴後の FRAP アスコルビン酸（1 日目は 4.04 ± 0.91 から $2.69 \pm 0.41 \mu\text{mol/L}$, $p < 0.05$ 。10 日目は 5.34 ± 0.52 から $4.63 \pm 0.62 \mu\text{mol/L}$, NS）・FRAP Trolox（1 日目は 3.83 ± 0.86 から $2.56 \pm 0.38 \mu\text{mol/L}$, $p < 0.05$ 。10 日目は 4.65 ± 0.46 から $4.04 \pm 0.56 \mu\text{mol/L}$, NS）はともに低下したが、1 日目に比べ 10 日目入浴前後の方が低下率は小さかった。更に、1 日目と連

続入浴 10 日目の入浴前を比較すると、FRAP アスコルビン酸（ 4.04 ± 0.91 から $5.34 \pm 0.52 \mu\text{mol/L}$, NS）・FRAP Trolox（ 3.83 ± 0.86 から $4.65 \pm 0.46 \mu\text{mol/L}$, NS）は共に増加傾向が見られた。

8. 尿中 8-OHdGcre

1 日目入浴前に比べ 10 日目入浴前の 8-OHdGcre（ 9.24 ± 0.69 から $8.34 \pm 0.50 \text{ ng/mg} \cdot \text{cre}$, $p < 0.05$ ）に低下した。特に $13 \text{ ng/mg} \cdot \text{cre}$ 以上の正常高値者 3 名（14.2 から $11.0 \text{ ng/mg} \cdot \text{cre}$ へ）と $9 \text{ ng/mg} \cdot \text{cre}$ 以上の 7 名（9.5 から $8.7 \text{ ng/mg} \cdot \text{cre}$ へ）は全員で低下が見られた。

考 察

入浴法には浴槽入浴・ドライサウナ・ミストサウナなどがある。サウナ入浴の目的は発汗作用促進であるが、さらに疲労回復・美容・減量・気分転換などに使用されている¹⁾⁻¹¹⁾。サウナ普及は喜ばしいことではあるが利用者の健康状態によっては過度の温熱負荷・脱水を伴う健康被害を起こしうる。特に老年者・心疾患・脳疾患・高血圧などのハイリスク者は注意が必要である。乾式のドライサウナは高温（70 ~ 120 °C）・低湿度（10 ~ 30 %）の乾燥熱浴環境下で入浴者の発汗作用を促進させる。一般的なミストサウナは、温水を浴室に噴霧・攪拌することにより 40 ~ 45 °C の蒸気浴を行う。ミストサウナはドライサウナよりも温熱刺激が少ないため循環動態への負担が少ない⁸⁾⁻¹⁰⁾。更にマイナスイオンを帯びたナノミスト低温サウナは、より有用性が期待される。今回、ナノミストサウナの安全性と有用性についてボランティア健常者を用いて検討した。

発汗により体内の老廃物・毒素の一部が排出される。水槽入浴では、水圧により体内から汗が出ていくくなっている。一方、今回のナノミストサウナ 20 分入浴により 1 日目及び 10 日目入浴前後で約 300g の体重減少と約 19 % の体脂肪率減少が見られた。これらのことから、ナノミストサウナの 20 分間入浴で約 300g · 300ml の水分が除水できることを意味している。しかし 10 日間連続

入浴にても体重減少が見られなかったことから、減量に対してはサウナよりは食事や運動などの日常生活習慣のほうが影響が大きいと推測された。

ドライサウナ入浴時に皮膚刺激や深部体温上昇により交感神経が刺激され、脈拍数が著明に上昇し、血圧も軽度上昇する^{1)~7)}。一方、低温サウナ浴では副交感神経の活性化により脈拍数の上昇が軽微であり血圧の上昇は見られない。今回、本ナノミストサウナ入浴後の血圧は入浴前に比較し低下傾向が見られた。特に、拡張期血圧は入浴後に低下し10日目入浴後では入浴前に比し有意に低下した(83から76mmHgへ、 $p < 0.05$)。一方、心拍数は入浴前に比し入浴後に約10%(10~14%)上昇しDPも入浴後に約10%(8~16%)上昇した。ただし、10日目入浴前の血圧・心拍数・DPは1日目入浴前と不変であった。これらからサウナ入浴は軽度の心臓血管系負荷をかけることができるので、心不全などの心疾患患者のリハビリテーションにも有用と思われた。

入浴により赤血球数・ヘモグロビンなどが変化するが、増加・不変・減少など種々の報告がある^{1)~11)}。水分は血圧・浸透圧差によって毛細血管で血液・組織間を速やかに移動するので、脱水状況などの検討には採血時間などで数分間の差が大いに影響する。本試験では、入浴後速やかに検査用の採血を実施しその後に飲水していただいたので、より正確な値を示していると考えられた。本試験では、入浴後発汗などにより約300g(体重の0.5%相当)体重減少が見られているので、赤血球・ヘモグロビン・ヘマトクリットが約0.5%~1%上昇すると考えられた。実際、1日目及び10日目入浴前後で約1%の赤血球・ヘマトクリット・ヘモグロビン増加と約4~6%の白血球増加が見られたが、1日目と10日目の比較では差が見られなかった。これらは、入浴中の発汗により血液濃縮が約1%程度起きているが、連続入浴でも変化しない軽微な変動であった。

ナノミスト入浴前後で生化学の変動が見られたが、正常基準値範囲内の変動であった(表-3)。しかし総コレステロール・LDLコレステロール・トリグリセリド・LDH・乳酸などの10日

間連続入浴前後の検査値からナノミストサウナが脂質低下作用を有することが推測される。興味深いデータであるが、異常高値者やより多人数での検討が必要である。

通常生体内部ではミトコンドリアの呼吸系等において、活性酸素(O_2^- ラジカルなど)が発生している。しかし、その量は多くなく生体の持つ抗酸化機能(スーパーオキシドジスムターゼ・カタラーゼ・ビタミンC・ビタミンEなど)によりほぼ完全に消去される。過酸化脂質などは加齢・老化に伴い穏やかに増加する。マイナスイオンが活性酸素消去酵素を賦活化させることが指摘されていて、マイナスイオンを帯びたナノミスト低温サウナが通常のドライサウナ・ミストサウナ・浴槽入浴よりも体に負荷を与えずに疲労回復効果や免疫増強効果などを発揮することが期待される。今回、抗酸化ストレス検査として尿中8-OHdGcre・血清FRAPを測定した^{13)~15)}。入浴前1日目に比べ連日入浴10日目のFRAPアスコルビン酸・FRAP Troloxはともに増加した。一方、8-OHdGcreは低下し、特に9 ng/mg・cre以上の被検者は全員で低下が見られた。これらから、本ナノミストサウナには抗酸化作用・抗加齢老化作用が期待できると考えられた。更に、異常高値者やより多人数での検討が必要である。

本試験でナノミストサウナの有用性が示されたが、不明点も多い。まず、浴槽入浴・ドライサウナ・ミストサウナなどとの比較検討を行い、本ナノミストサウナの有用性検討を行う必要がある。今回の試験では、血圧・脈拍数測定は入浴前後のみで入浴中の測定は行っていない。サウナ入浴中には約20拍/分増加することや血圧の上昇が報告されているので^{1)~7)}、ナノミストサウナでも検討が必要である。今回の試験は健常者で行ったが、心疾患患者・高血圧患者などでの検討が必要である。更に、入浴による血液粘度・血管内皮機能・血中カテコラミンの変化などを測定することで本ナノミストサウナの有用性が更に明らかになると思われる。

ま と め

健常者 16 名にて、ナノミストサウナ 20 分/日 10 日間入浴前後での VAS・血圧・血液生化学・尿中 8-OHdGcre・血清 FRAP などを検討した。本試験中に、有害事象・中止・脱落は見られず安全性が確認された。入浴前に比し入浴後には、心拍数・DP・赤血球・ヘマトクリット・ヘモグロビン・血清 FRAP が軽度増加し、VAS・体重・尿中 8-OHdGcre は軽度低下した。これらから、ナノミストサウナ入浴は安全に軽度の心臓血管系負荷をかけることができ、更に抗酸化作用・抗加齢老化作用を有すると考えられた。

参 考 文 献

- 1) 土屋康雄：健常成人男性における高温浴前後の血液学的及び生理学的検査値の変動。日温気物医誌 71: 155-160, 2008.
- 2) 上馬場和夫, 許 鳳浩, 矢崎俊樹, 上岡洋晴：総合的な温泉療法の健康増進効果に関する検討。日温気物医誌 69: 128-138, 2006.
- 3) 美和千寿, 岩瀬 敏, 小出陽子, 杉山由樹, 松川俊義, 間野忠明：入浴時の湯温が循環動態と体温調節に及ぼす影響。総合リハ 26: 355-361, 1998.
- 4) 樗木晶子, 長弘千恵, 金 明煥, 小林大祐, 小車利絵子, 福田直行, 中田亜希子, 香川智啓, 長家智子：高齢者と若年者における入浴時の呼吸・循環動態の変化。日循予防誌 40: 28-33, 2005.
- 5) 松岡 緑, 池田京子, 橋本恵理子, 川崎晃一：サウナ浴と冷水浴が青年期および中年期正常血圧女性の血圧・脈拍に及ぼす影響。J Health Sci 21: 21-27, 1999.
- 6) 渡辺弘美, 瀬住孝二：健康成人において温水浴が脳血流に及ぼす影響。日温気物医誌 60: 96-100, 1997.
- 7) 久保田一雄, 田村耕成, 倉林 均, 武 仁, 白倉卓夫, 田村遵一：草津温泉浴の血圧, 心拍数, 血漿コルチゾール並びにヘマトクリットに及ぼす影響。日温気物医誌 60: 61-68, 1997.
- 8) 西川向一, 村上恵子：ミストを用いた低温サウナが生体に与える影響。人間工学 36: 316-317, 2000.
- 9) 川原ゆう子, 永田まゆみ, 新美由紀, 美和千尋, 岩瀬 敏：ミストサウナとドライサウナが循環動態及び体温調節機能に与える影響。自律神経 39: 401-408, 2002.
- 10) 山田浩一郎, 清水富弘：ミストサウナ浴が頭皮血流量へ及ぼす影響。日温気物医誌 71: 167-172, 2008.
- 11) Shirai K, Yamaoka K, Hanamoto K and Yamamoto Y: Using physiological indices to consider the effects of negative air ions on the human body. J Intl Soc Life Info Sci 22: 97-100, 2004.
- 12) 堀越一昭, 岡田貞雄, 中邨 隆：微細水クラスターマイナスイオン空気によるストレス軽減効果の検証。産業衛生誌 (抄録) 44: 284, 2002.
- 13) Nenadis N, Lazaridou O and Tsimidou MZ: Use of reference compounds in antioxidant activity assessment. J Agric Food Chem 55: 5452-5460, 2007.
- 14) Sakano N, Wang DH, Takahashi N, Wang B, Sauriasari R, Kanbara S, Sato Y, Takigawa T, Takaki J and Ogino K: Oxidative stress biomarkers and lifestyles in Japanese healthy people. J Clin Biochem Nutr 44: 185-195, 2009.
- 15) Charuchongkolwongse S, Wattanapitayakul SK, Herunsalee A, Charuchongkolwongse S, Niumsakul S and Srichairat S: Antioxidative and cardioprotective effects of phyllanthus urinaria L on doxorubicin-induced cardiotoxicity. Bio Pharm Bull 28: 1165-1171, 2005.

(平成 21 年 12 月 26 日受付)

〔特 別 掲 載〕